

II - 47

沖合を対象とした大口径円筒構造物に作用する波力特性

中部電力株式会社 正会員○川嶋 直人
 同 上 上海 義樹
 名古屋大学大学院 正会員 水谷 法美
 中電工事株式会社 正会員 若松 正文

1. はじめに

近年の海洋構造物は大水深域での建設が目立つようになりその目的も様々である。これまでは水深の浅い所での構造物建設が主流であったため1つの方向に進行する波（一方向不規則波）に対する設計を行えば良く、この波が現行の設計基準に使用されている。しかし、今後の沖合での開発に対しては、さまざまな方向から来る周期と波高の異なる波（多方向不規則波）に対する設計が必要とされる。最近になって多方向不規則波浪場内の作用波力について報告がされるようになったが定量的評価が難しいとされている。また、複数基の構造物に作用する波力についての検討事例も少ない。

本研究では、実験水槽内で沖合の波を再現させ円筒構造物に作用する波力について水理模型実験を行い、一方向不規則波と多方向不規則波の比較検討を行った。また、構造物は単一円筒の他に複数基の増設を想定し、設置間隔と波力の関係についても評価を加えた。

2. 実験概要

実験は平面水槽(30×23×1.2m)で行い、波を発生させる装置として多方向不規則波造波装置（造波板 50cm×42 枚）を使用した。一様水深 50cm の水槽内で造波板から 6m の位置に直径 $D=60\text{cm}$ 、高さ $h=100\text{cm}$ のアクリル製の大口徑円筒模型（直径・波長比が 0.2 以上）を単一および複数で設置した。実験波は表-1 に示すとおり方向集中度 $S_{\max}$ を「風波」、「うねり」、「一方向不規則波」と変化させた。構造物に作用する波力の計測には 6 分力計（3 成分の力、3 成分のモーメント）を使用し、主波向きに対する波力(F_x)、その直交成分(F_y)、合成波力(F_{xy})を計測した。また、円筒を 2 体設置した場合には、設置間隔 e を直径比で変化させ、 $e/D=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ とした(図-1 参照)。

表-1 実験波の諸元

方向集中度 $S_{\max}$	風波 10, 25	うねり 75	一方向不規則波 ∞
周期	1.0～1.6 s		
波高	4.0～9.5 cm		

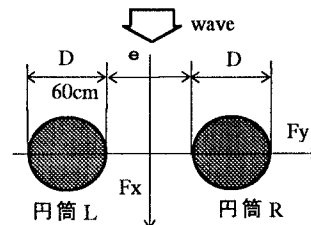


図-1 模型配置図

3. 実験結果

評価に用いた波力値は 1/3 最大値とし、2 円筒の実験では両円筒での計測波力値の平均で示した。その結果、多方向不規則波浪場内における構造物の作用波力は、波高の増加に比例し、異なる周期においても同様な結果となった。これは、従来波（一方向不規則波）と同様な傾向である。図-2 は、単一円筒および 2 円筒($e/D=1.0$)に作用する波力を方向集中度 $S_{\max}$ 別に評価した結果である。単一円筒の場合、構造物に作用する波力は、方向集中度 $S_{\max}$ が小さくなるほど、すなわち一方向波から風波に近づくにつれ主波向きに対する作用波力(F_x)は 1 割程度減少した。一方、主波向きの直交成分に対する作用波力(F_y)は 4～5 倍まで増大した。2 円筒についても同様な傾向を示したが、 F_y については単一円筒に比べ、全体的に大きくなった。2 円筒の場合、円筒間には波の相互干渉が生じるため F_y が大きくなったものと思われる。

キーワード 多方向不規則波、波力、大口徑円筒構造物、波の相互干渉

連絡先 〒459 名古屋緑区大高町字北関山 20-1 TEL052-624-9442 FAX052-623-5117

図-3は、2体の円筒設置間隔を変化させて2円筒に作用する波力を単一円筒に作用する波力に対する比で評価した結果である。作用波力は方向集中度 S_{max} の変化に加え、設置間隔に大きく支配されることが確認できた。 F_x には変化は見られなかったが、 F_y は一方向不規則波に近づくにつれその傾向が明瞭に現れ、設置間隔 $e/D=0.5$ では単一円筒の3倍の波力が働く。2円筒の場合、入射波および両円筒間からの回折波により部分重複波が形成されて波の相互干渉が生じる。円筒間隔が狭いほどその度合いが大きく波力も増大したと思われる。

次にあらゆる波向きを考慮に入れ、合成波力 F_{xy} に対する評価を行った。図-4は単一円筒および2円筒($e/D=1.0$)に作用する合成波力(F_{xy})を方向集中度 S_{max} 別に評価した結果である。単一円筒は、従来の知見通り多方向波に比べ一方向波では F_{xy} がわずかな増加傾向を示した。しかし2円筒では現象が異なり、 $T=1.2\sim 1.6s$ において多方向波の方が一方向波より F_{xy} が大きくなった。

これまでは $1/3$ 最大波力について述べてきたが、合成波力の最大値についても評価を行った。図-5は、合田式と実験で得られた合成波力との比較を示す。合田式では直立壁に作用する波力を算出しているため今回の実験と対象条件が異なり直接対比することはできないが、単一と2円筒では両者に波力の差異があることが明らかとなった。単一円筒の場合、多方向波に近づくにつれ波力が増加し、 $S_{max}=10, 25$ においては合田式を上回る波力値を示した。今後、より詳細な水理検討を行い、作用波力や挙動を明らかにする必要がある。

4. まとめ

以上より、円筒に作用する波力 F_x, F_y は方向集中度 S_{max} により大きさが変わり、2円筒の場合には設置間隔の影響も受けることを確認した。また、合成波力 F_{xy} については単一円筒と2円筒では S_{max} と波力の関係が異なる傾向を示すことが明らかとなった。

5. 今後の展開

今回は一様水深部における水理検討を行ったが、斜面勾配に設置した構造物に作用する碎波波力についても一方向波と多方向波の比較検討を行い、設計に反映できるデータを取得する予定である。

<参考文献>

- 1) 水谷ら：大口径円筒に作用する多方向不規則波の波力，第51回年次学術講演会，pp.32-33, 1996
- 2) 水谷ら：斜行する波動場に設置された大口径円筒による非線形回折波の2次近似解，海岸工学論文集，pp.901-905, 1996

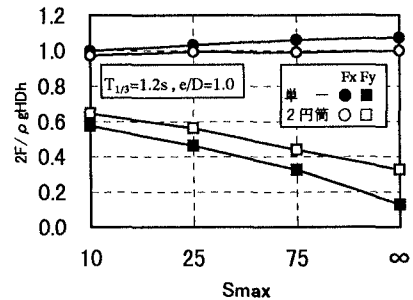


図-2 方向集中度 S_{max} と波力の関係

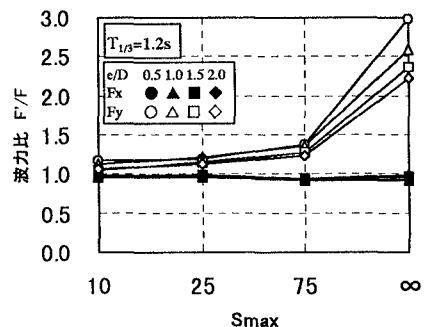


図-3 単一と2円筒の波力の比較

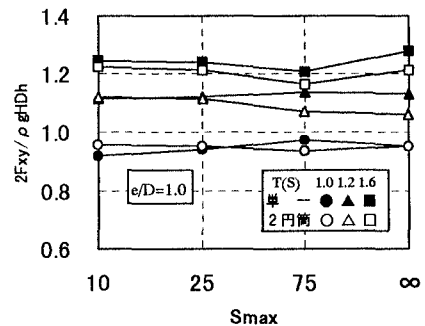


図-4 方向集中度 S_{max} と合成波力の関係

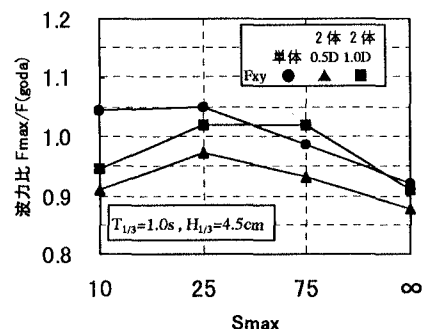


図-5 合田式と実験値の比較（最大波力）